



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift DE 199 39 428 A 1

21 Aktenzeichen: 199 39 428.8  
22 Anmeldetag: 20. 8. 1999  
43 Offenlegungstag: 1. 3. 2001

51 Int. Cl. 7:  
F 02 M 45/02  
F 02 M 63/00  
F 02 M 55/02  
F 02 M 59/00  
F 02 M 57/02

DE 199 39 428 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
74 Vertreter:  
Kohler Schmid + Partner, 70565 Stuttgart

72 Erfinder:  
Mahr, Bernd, Dr., 73207 Plochingen, DE; Kropp,  
Martin, Dr., 70825 Korntal-Münchingen, DE; Magel,  
Hans-Christoph, Dr., 72793 Pfullingen, DE;  
Otterbach, Wolfgang, Dr., 70439 Stuttgart, DE

55 Entgegenhaltungen:

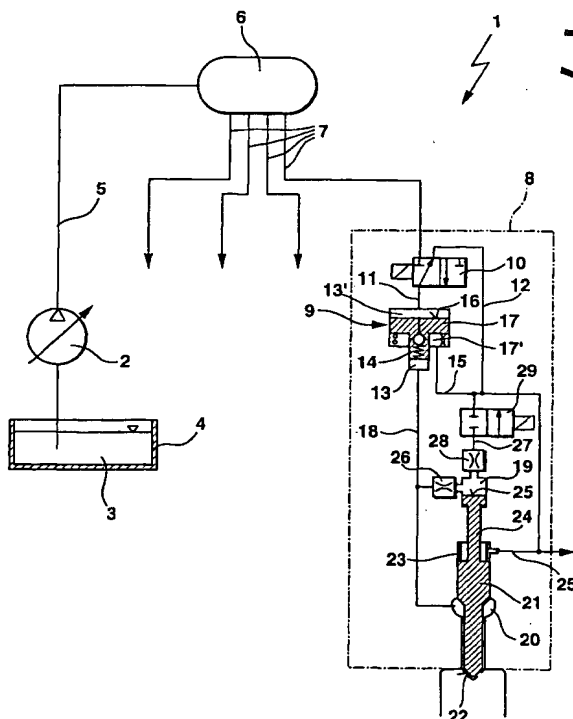
DE 32 01 818 C2  
DE 196 19 523 A1  
DE 41 18 237 A1  
US 55 22 545 A  
US 51 43 291 A  
JP 08277762 AA;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung einer Kraftstoffeinspritzung

51 Eine Kraftstoffeinspritzung erfolgt mittels einer Hochdruckpumpe (2) und einem Druckspeicherraum (6) zur Erzeugung und Speicherung eines ersten Systemdrucks. Dieser Systemdruck wird nicht zur Einspritzung verwendet, sondern mittels einer Druckübersetzungseinheit (9) wird während der Einspritzung ein höherer Einspritzdruck erzeugt, der zur Formung des Einspritzverlaufs verringert werden kann. Durch diese Erfindung wird eine verbesserte Dosiermöglichkeit der Kraftstoffeinspritzung und eine verbesserte Durchführung schneller Schaltzeiten erreicht.



Best Available Copy

DE 199 39 428 A 1

## Beschreibung Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung einer Kraftstoffeinspritzung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zum besseren Verständnis der Beschreibung und der Patentansprüche werden nachfolgend einige Begriffe erläutert: Die Kraftstoffeinspritzung gemäß der Erfindung kann sowohl hubgesteuert als auch druckgesteuert durchgeführt werden. Im Rahmen der Erfindung wird unter einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzung verstanden, daß das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung mit Hilfe eines verschieblichen Ventilglieds aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuerraum erfolgt. Eine Druckabsenkung innerhalb des Steuerraums bewirkt einen Hub des Ventilglieds. Alternativ kann das Auslenken des Ventilglieds durch ein Stellglied (Aktor, Aktuator) erfolgen. Bei einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzung gemäß der Erfindung wird durch den im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck das Ventilglied gegen die Wirkung einer Schließkraft (Feder) bewegt, so daß die Einspritzöffnung für eine Einspritzung des Kraftstoffs aus dem Düsenraum in den Zylinder freigegeben wird. Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine austritt, wird als Einspritzdruck bezeichnet, während unter einem Systemdruck der Druck verstanden wird, unter dem Kraftstoff innerhalb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zur Verfügung steht bzw. bevorratet ist. Kraftstoffzumessung bedeutet, eine definierte Kraftstoffmenge zur Einspritzung bereitzustellen. Unter Leckage ist eine Menge an Kraftstoff zu verstehen, die beim Betrieb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung entsteht (z. B. eine Führungsleckage), nicht zur Einspritzung verwendet und zum Kraftstofftank zurückgeführt wird. Das Druckniveau dieser Leckage kann einen Standdruck aufweisen, wobei der Kraftstoff anschließend auf das Druckniveau des Kraftstofftanks entspannt wird.

Eine hubgesteuerte Einspritzung ist beispielsweise durch die DE 196 19 523 A1 bekanntgeworden. Der erreichbare Einspritzdruck ist hier durch den Druckspeicherraum (rail) und die Hochdruckpumpe auf ca. 1600 bis 1800 bar begrenzt.

Zur Erhöhung des Einspritzdruckes ist eine Druckübersetzungseinheit möglich, wie sie beispielsweise aus der US 5,143,291 oder der US 5,522,545 bekannt ist. Der Nachteil dieser druckübersetzten Systeme liegt in einer mangelnden Flexibilität der Einspritzung und einer schlechten Mengentoleranz bei der Zumessung kleiner Kraftstoffmengen.

Bei einer in der JP 08277762 A beschriebenen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind zur Erhöhung der Flexibilität der Einspritzung und der Zumeßgenauigkeit der Voreinspritzung zwei Druckspeicherräume mit unterschiedlichen Drücken vorgesehen. Diese beiden Druckspeicherräume erfordern einen hohen Fertigungsaufwand und hohe Herstellungskosten, wobei der maximale Einspritzdruck weiterhin durch die Kraftstoffpumpe und den Druckspeicherraum begrenzt ist.

## Vorteile der Erfindung

Zur besseren Dosiermöglichkeit der Einspritzung und Durchführung schneller Schaltzeiten wird erfindungsgemäß ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 10 vorgeschlagen. Erfindungsgemäße Weiterbildungen sind in den Patentansprüchen 2 bis 9

enthalten. Die Vor- und Voreinspritzung mit einem gegenüber der Haupteinspritzung geringeren Einspritzdruck kann reproduzierbar durchgeführt werden. Es ist ein hoher Einspritzdruck bei einem geringen Druck im zentralen Druckspeicherraum realisierbar. Die Hochdruckerzeugung des Kraftstoff findet direkt im Bereich der Einspritzung (Zumesung) statt, so daß sich der Wirkungsgrad in Folge eines kleineren Hochdruckvolumens erhöht. Die Verwendung von Motoröl zur Ansteuerung der Druckübersetzungseinheit einer Ausführungsform gewährleistet eine erhöhte Sicherheit bei der Durchführung des Verfahrens. Der Einspritzdruck kann bei einer anderen Ausführungsform hydraulisch erzeugt werden, während der mechanisch mittels einer Hochdruckpumpe erzeugte Anteil im Druckspeicherraum gespeichert und nicht zur Einspritzung verwendet wird. Es kommt auf Grund des geringen Drucks zu einer reduzierten Belastung der Hochdruckpumpe, weil diese nur zur Befüllung des Druckspeicherraums nicht aber zur Einspritzung an sich herangezogen wird.

## Zeichnung

Acht Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind in der schematischen Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung;

Fig. 2 eine zweite hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung;

Fig. 3 eine dritte hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Verwendung eines separaten Druckfluids;

Fig. 4 eine vierte hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Verwendung einer Druckbegrenzung in der Druckübersetzungseinheit;

Fig. 5 eine erste druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung;

Fig. 6 eine zweite druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung;

Fig. 7 eine dritte druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Verwendung eines separaten Druckfluids;

Fig. 8 eine vierte druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Verwendung einer Druckbegrenzung in der Druckübersetzungseinheit.

Fig. 9 eine fünfte druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Vario-Einspritzdüse.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 fördert eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe 2 Kraftstoff 3 aus einem Vorratsbehälter 4 über eine Förderleitung 5 in einen zentralen Druckspeicherraum 6 (Common-Rail). Ausgehend von dem Druckspeicherraum 6 führen mehrere, der Anzahl einzelner Zylinder entsprechende Druckleitungen 7 zu den einzelnen Injektoren 8. Innerhalb jedem der in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragenden Injektoren 8 (Einspritzvorrichtung) – In der Fig. 1 ist lediglich einer der Injektoren 8 eingezeichnet – ist eine Druckübersetzungseinheit 9 angeordnet. Die Druckleitung 11 kann mit Hilfe einer Ventileinheit 10 zur Druckübersetzungsansteuerung (3/2-Wege-Ventil) entweder an die Druckleitung 7 angeschlossen werden oder mit einer Leckageleitung 12 verbunden werden. In dem Druckspeicherraum 6 kann ein Systemdruck von ca. 200 bar bis 1000 bar gespeichert werden, der mittels der Druckübersetzungseinheit 9 weiter verstärkt wird.

Das Druckmittel 17 kann mit Hilfe der Ventileinheit 10 und der Druckleitung 7 einen Druckbeaufschlagungsweg erhalten. Ein Differenzraum 17' ist mittels der Leckageleitung 15 druckentlastet, so daß das Druckmittel 17 zur Verringerung des Volumens einer Druckkammer 13 verschoben werden kann. Das Druckmittel 17 wird in Kompressionsrichtung bewegt, so daß in der Druckkammer 13 verdichteter Kraftstoff (erster Einspritzdruck) einem Steuerraum 19 und einem Düsenraum 20 zugeführt werden kann. Ein Rückschlagventil 14 verhindert den Rückfluß komprimierten Kraftstoffs in den Druckspeicherraum 6. Mittels eines geeigneten Flächenverhältnisses in einer Primärkammer 13' und der Druckkammer 13 kann auf diese Weise ein zweiter höherer Druck erzeugt werden. Wird die Primärkammer 13' mit Hilfe der Ventileinheit 10 an die Leckageleitung 12 angeschlossen, so erfolgt die Rückstellung des Druckmittels 17 und die Wiederbefüllung der Druckkammer 13. Aufgrund der Druckverhältnisse in der Druckkammer 13 und der Primärkammer 13' öffnet das Rückschlagventil 14, so daß die Druckkammer 13 unter Raildruck (Druck des Druckspeicherraums 6) steht und das Druckmittel 17 hydraulisch können eine oder mehrere Federn in den Räumen 13, 13' und 17' angeordnet sein.

Durch Drosselung innerhalb eines der Ventile 10 oder 29 kann ein während der Einspritzung variabler Einspritzdruck und somit eine Formung des Einspritzverlaufs durch eine Querschnittsteuerung erreicht werden, wobei der Druck im Steuerraum 19 bei einer Steuerung des Querschnitts des Ventils 29 beeinflusst wird, und somit eine Drosselung des Einspritzdrucks an der Ventildichtfläche 22 über das Ventilglied 21 erreicht wird. Zur Realisierung einer kontinuierlichen Querschnittsteuerung sind sowohl Piezoaktoren als auch schnelle Magnetaktoren denkbar. Durch Ausführung mehrstufiger Ventile können statt einer kontinuierlichen Formung des Einspritzdrucks mehrere unterschiedliche Einspritzdruckniveaus während der Einspritzung durch verschiedene Drosselstellungen erzeugt werden.

In einer mit der Druckkammer 13 in Verbindung stehenden Druckleitung 18 baut sich ein Druck auf, der auch im Steuerraum 19 und im Düsenraum 20 ansteht. Die Einspritzung erfolgt über eine Kraftstoff-Zumessung mit Hilfe eines in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren kolbenförmigen Ventilglieds 21 mit einer konischen Ventildichtfläche 22 an seinem einen Ende, mit der es mit einer Ventilsitzfläche am Injektorgehäuse der Injektoreinheit 8 zusammenwirkt. An der Ventilsitzfläche des Injektorgehäuses sind Einspritzöffnungen vorgesehen. Innerhalb des Düsenraums 20 ist eine in Öffnungsrichtung des Ventilglieds 21 weisende Druckfläche dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, der über die Druckleitung 18 dem Düsenraum 20 zugeführt wird. Koaxial zu einer Ventilsitzfläche 23 greift ferner an dem Ventilglied 21 ein Druckstück 24 an, das mit seiner Ventildichtfläche 22 abgewandten Stirnseite 25 den Steuerraum 19 begrenzt. Der Steuerraum 19 hat vom Kraftstoffdruckanschluß her einen Zulauf mit einer ersten Drossel 26 und einen Ablauf zu einer Druckentlastungsleitung 27 mit einer zweiten Drossel 28, die durch ein 2/2-Wege-Ventil 29 gesteuert wird.

Der Düsenraum 20 setzt sich über einen Ringspalt zwischen dem Ventilglied 21 und der Führungsbohrung bis an die Ventilsitzfläche des Injektorgehäuses fort. Über den Druck im Steuerraum 19 wird das Druckstück 24 in Schließrichtung druckbeaufschlagt.

Bei Betätigung (Öffnen) des 2/2-Wege-Ventils 29 kann der Druck im Steuerraum 19 abgebaut werden, so daß in der Folge die in Öffnungsrichtung auf das Ventilglied 21 wirkende Druckkraft im Düsenraum 20 die in Schließrichtung auf das Ventilglied 20 wirkende Druckkraft übersteigt. Die

Ventildichtfläche 22 von der Ventilsitzfläche ab und Kraftstoff wird eingesaugt. Dabei läßt sich der Druckentlastungsvorgang des Steuerraums 19 und somit die Hubsteuerung des Ventilglieds 21 über die Dimensionierung der Drossel 26 und der Drossel 28 beeinflussen.

Das Ende der Einspritzung wird durch erneutes Betätigen (Schließen) des 2/2-Wege-Ventils 29 eingeleitet, das den Steuerraum 19 wieder von der Druckentlastungsleitung 27 abkoppelt, so daß sich im Steuerraum 19 wieder ein Druck aufbaut, der das Druckstück 24 in Schließrichtung bewegen kann.

Die Ventileinheiten werden von Elektromagneten zum Öffnen oder Schließen bzw. Umschalten betätigt. Die Elektromagnete werden von einem Steuergerät angesteuert, das verschiedene Betriebsparameter (Motordrehzahl, . . .) der zu versorgenden Brennkraftmaschine überwachen und verarbeiten kann.

An Stelle der magnetgesteuerten Ventileinheiten können auch Piezostellelemente (Aktuator, Aktor) verwendet werden, die einen notwendigen Temperatenausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen.

Nachfolgend werden in der Beschreibung zu den Fig. 2 bis 8 lediglich Unterschiede zur Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Fig. 1 behandelt. Identische Bauteile werden nicht näher erläutert.

Aus der Fig. 2 ist ersichtlich, daß die Druckübersetzungseinheit 9 bei einer Abänderung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 außerhalb des Injektors 8 und nunmehr im Bereich des Druckspeicherraums 6 angeordnet ist. Die Baugröße des Injektors 8 verringert sich. Das Ventil 10 kann am Druckspeicherraum und die Druckübersetzungseinheit kann am Injektor angeordnet sein.

Bei der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Fig. 3 wird der Druckspeicherraum 6 zur Ansteuerung der Druckübersetzungseinheit 9 über die Förderleitung 45 und die Pumpe 42 mit Motoröl oder einem anderen geeigneten Druckfluid 43 aus einem Vorratsbehälter 44 befüllt. Die Niederdruckseite 16 des Druckmittels 17 kann entweder über die Druckleitung 47 druckbeaufschlagt werden oder an eine Leckageleitung 48 angeschlossen werden. Die Umschaltung ist durch das 3/2-Wege-Ventil 10 erreichbar.

Die Druckkammer 13 ist über das Rückschlagventil 14 mit Kraftstoff aus einem weiteren Vorratsbehälter befüllbar oder kann mit Hilfe einer Vorförderpumpe – wie dargestellt – mit einem geringen Vorförderdruck erfolgen. Die Einspritzung erfolgt wie zu Fig. 1 beschrieben.

Alternativ zur Drosselung des Kraftstoff im Bereich der Kraftstoffzumessung kann der zweite Systemdruck unter Verwendung eines Druckbegrenzungsventils in Gestalt eines Rückschlagventils 50 im Bereich der Druckübersetzungseinheit erzeugt werden (Fig. 4). Das Rückschlagventil 50 öffnet bei einem Druck von ca. 300 bar. Die Druckkammer 13 wird mit Hilfe einer Kraftstoffpumpe aus einem Vorratsbehälter über das Rückschlagventil 14 mit Kraftstoff befüllt. Hier bleibt die Druckkammer 13 bei geringem Hub des zunächst zurück gestellten und dann in Richtung des Bodens der Druckkammer 13 bewegten Druckmittels 17 mit dem Rückschlagventil 50 verbunden, so daß der Druck in der Druckkammer 13 auf 300 bar begrenzt wird, um Kraftstoff dieses Druckes dem Druckraum 20 und dem Steuerraum 19 zuzuleiten. Das Rückschlagventil 14 verhindert den Rückfluß von verdichtetem Kraftstoff in Richtung Kraftstoffpumpe 2.

Bei größerem Hub des Druckmittels 17 infolge der Druckbeaufschlagung des Druckmittels 17 mit einem Fluid aus dem Druckspeicherraum 6 wird der Zugang der Druckkammer 13 zur Leckageleitung 49 verschlossen, so daß ein höherer Einspritzdruck erreicht wird. Bei der Haupteinspritz-

zung läßt sich damit eine sog. "Boot-Injection" durchführen, sowie eine Voreinspritzung bei geringem Druck.

In Abwandlung der vorhergehenden Ausführungsbeispiele ist in der Fig. 5 eine druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung 51 dargestellt. Wiederum fördert eine Hochdruckpumpe 52 Kraftstoff 53 aus einem Vorratsbehälter 54 über eine Förderleitung 55 in einen den Kraftstoff 53 mit einem Druck von 300 bis 800 bar speichernden Druckspeicherraum 56, der über einzelne Druckleitungen 57 mit einzelnen Injektoren 58 verbunden ist. Ausgehend von dem Druckspeicherraum 56 wird der Einspritzdruck jedes Injektors 58 durch eine innerhalb jedes Injektors 58 angeordnete Druckübersetzungseinheit 59 erzeugt. Mittels einer Ventileinheit 60 (3/2-Wege-Ventils) wird die Einspritzung druckgesteuert realisiert. Ein Ventilglied 61 kann sich gegen die Schließkraft einer Druckfeder 62 von der Ventilsitzfläche 63 des Injektorgehäuses weg bewegen, wenn ein Düsenraum 64 mit unter entsprechendem Druck stehendem Kraftstoff befüllt ist. Im unbestromten Zustand der Ventileinheit 60 ist die Druckübersetzungseinheit 59 an eine Leckageleitung 66 angeschlossen. Eine Druckkammer 67 kann über ein Rückschlagventil 68 befüllt werden.

Durch eine kontinuierliche Querschnittssteuerung des Ventils 60 kann (wie bei Fig. 1) eine Einspritzverlaufsformung realisiert werden. Bei Verwendung mehrstufiger Ventile können ebenfalls durch unterschiedliche Drosselstellungen verschiedene Einspritzdruckniveaus erreicht werden. Als Aktoren sind hier ebenfalls Piezosteller oder Magnetaktoren denkbar.

In der Fig. 6 befinden sich die Druckübersetzungseinheit 59 und die Ventileinheit 60 bei einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung 51 außerhalb des Injektors 58 im Bereich des Druckspeicherraums 56.

Bei dem Ausführungsbeispiel einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung 71 gemäß Fig. 7 wird die Druckerzeugung und Verstärkung des aus einem Vorratsbehälter zugeführten Kraftstoffs 74 mit einem Motoröl als Druckfluid 72 realisiert. Die Druckübersetzungseinheit 73 wirkt als Kopplungselement zwischen der Kraftstoffzuführung und der Druckfluidzuführung. Ein zweiter Systemdruck wird über eine Drosselung innerhalb eines Ventiquerschnitts einer Ventileinheit 75 erreicht (siehe auch die Beschreibung zu den Fig. 1 bis 6).

Fig. 8 zeigt eine druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung 81 mit einer Verwendung einer Druckbegrenzung des in der Druckkammer 82 verdichteten Kraftstoffs (siehe auch die analoge hubgesteuerte Variante der Fig. 4). Bei geringem Hub des Druckmittels 83 wird der Druck in der Druckkammer 82 der Druckübersetzungseinheit 84 auf ca. 300 bar begrenzt, weil die Druckkammer 82 über ein Rückschlagventil mit einer Leckageleitung 87 verbunden ist. Bei weiterer Bewegung des Druckmittels 83 in Pfeilrichtung 85 schließt dieser Druckbegrenzungspfad, und es wird der volle Einspritzdruck erzeugt.

Dies ermöglicht eine Voreinspritzung mit geringem Druck durch eine separate Betätigung einer Ventileinheit 86. Bei einer Haupteinspritzung läßt sich zusätzlich eine Boot-Injektion erzeugen. Die Ventileinheit 86 kann durch Magnetaktuatoren (bei Drosselung im Bereich der Ventilsitzfläche muß eine Wegsteuerung des Magnetventils ausgebildet sein) direkt oder hydraulisch unterstützt bzw. angesteuert werden (Steuerkolben und Steuerraum). Auch durch die Verwendung eines Piezo-Aktors kann eine Einspritzverlaufsformung (Bootinjektion) bei der Haupteinspritzung realisiert werden. Dies gilt ebenso für sämtliche Ausführungsformen der Erfindung.

Fig. 9 betrifft eine druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung 91 mit einer zu den bisher gezeigten Ausführungs-

beispielen geänderten Einspritzdüse. Wiederum wird über eine Kraftstoffpumpe Kraftstoff oder alternativ Motoröl in einen Druckspeicherraum mit einem Druck von ca. 300 bis ca. 800 bar gefördert. Ausgehend von diesem Druckspeicherraum wird lokal für jeden Zylinder der Einspritzdruck über eine Druckübersetzungseinheit erzeugt. Bei Motoröl als Betriebsstoff wirkt die Druckübersetzungseinheit auch als Koppler. Über ein 3/2-Wege-Ventil 92 mit einer Querschnittssteuerung oder einen Piezoaktor wird die Einspritzung druckgesteuert realisiert. Im unbestromten Zustand liegt die Niederdruckseite der Druckübersetzungseinheit auf Lecköl und kann über ein Rückschlagventil 93 befüllt werden. Mittels einer Drosselung im Ventilsitz des Ventils 92 läßt sich ein zweiter Einspritzdruck ausbilden. An Stelle der bereits in den vorhergehenden Figuren gezeigten Sackloch- oder Sitzlochdüsen wird eine Vario- oder Vario-Registerdüse verwendet. Dabei ist der zur Verfügung stehende Öffnungsquerschnitt der Düsenlöcher variabel. Der Einspritzverlauf kann noch besser an die Erfordernisse des Motors angepaßt werden. Bei einer Vario-Registerdüse können stufenweise mehrere Düsenlochreihen geöffnet werden. Die Ansteuerung für den hydraulischen Hubanschlag 94 der Düse kann sowohl innerhalb des Injektors 95 als auch zentral für alle Injektoren gleichzeitig erfolgen.

Zusätzlich zu den gezeigten Ausführungsbeispielen wäre auch die Verwendung eines Ausweichkolbens ähnlich einer Pumpen-Düse-Einheit (PDE) denkbar.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Kraftstoffeinspritzeinrichtung
- 2 Kraftstoffpumpe
- 3 Kraftstoff
- 4 Vorratsbehälter
- 5 Förderleitung
- 6 Druckspeicherraum
- 7 Druckleitung
- 8 Injektor
- 9 Druckübersetzungseinheit
- 10 Ventileinheit
- 11 Druckleitung
- 12 Leckageleitung
- 13 Druckkammer
- 13' Primärkammer
- 14 Rückschlagventil
- 15 Leckageleitung
- 16 Niederdruckseite
- 17 Druckmittel
- 17' Differenzraum
- 18 Druckleitung
- 19 Steuerraum
- 20 Düsenraum
- 21 Ventilglied
- 22 Ventildichtfläche
- 23 Ventolfeder
- 24 Druckstück
- 25 Stirnseite
- 26 Drossel
- 27 Druckentlastungsleitung
- 28 Drossel
- 29 2/2-Wege-Ventil
- 42 Pumpe
- 43 Druckfluid
- 44 Vorratsbehälter
- 45 Förderleitung
- 47 Druckleitung
- 48 Leckageleitung
- 49 Leckageleitung

50 Rückschlagventil	
51 Kraftstoffeinspritzeinrichtung	
52 Hochdruckpumpe	
53 Kraftstoff	
54 Vorratsbehälter	5
55 Förderleitung	
56 Druckspeicherraum	
57 Druckleitung	
58 Injektor	
59 Druckübersetzungseinheit	10
60 Ventileinheit	
61 Ventilglied	
62 Druckfeder	
63 Ventilsitzfläche	
64 Düsenraum	15
66 Leckageleitung	
67 Druckkammer	
68 Rückschlagventil	
71 Kraftstoffeinspritzeinrichtung	
72 Druckfluid	20
73 Druckübersetzungseinheit	
74 Kraftstoff	
75 Ventileinheit	
81 Kraftstoffeinspritzeinrichtung	
82 Druckkammer	25
83 Druckmittel	
84 Druckübersetzungseinheit	
85 Pfeilrichtung	
86 Ventileinheit	
87 Leckageleitung	30
91 Kraftstoffeinspritzeinrichtung	
92 3/2-Wege-Ventil	
93 Rückschlagventil	
94 Hubanschlag	
95 Injektor	35

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung einer Kraftstoffeinspritzung mit einer Hochdruckpumpe (2; 52) und einem Druckspeicherraum (6; 56) zur Erzeugung und Speicherung eines ersten Systemdrucks, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieser Systemdruck nicht zur Einspritzung verwendet wird, sondern daß mittels einer Druckübersetzungseinheit (9; 59; 73; 84) während der Einspritzung ein höherer Einspritzdruck erzeugt wird und der Einspritzdruck zur Formung des Einspritzverlaufs verringert werden kann. 40
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Formung des Einspritzdrucks mittels eines steuerbaren Ventilquerschnitts erzeugt wird. 45
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Formung des Einspritzdrucks durch Absteuerung über ein Druckbegrenzungsventil (50) oder einen Ausweichkolben erzeugt wird. 55
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckübersetzungseinheit (9; 59; 73; 84) an einer beliebigen Stelle zwischen dem Druckspeicherraum (6; 56) und einem Düsenraum (20; 64) eines Injektors (8; 58) angeordnet ist. 60
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckübersetzungseinheit (9; 59; 73; 84) in den Injektor (8; 58; 95) integriert ist.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckübersetzungseinheit (9; 59; 73; 84) am Druckspeicherraum (6; 56) angeordnet oder in den Druckspeicherraum (6; 56) integriert ist. 65
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

che, dadurch gekennzeichnet, daß als Druckfluid (43; 72) zum Betrieb der Druckübersetzungseinheit (9; 73) ein von Kraftstoff unterschiedliches Medium, vorzugsweise ein Motoröl, verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstoffeinspritzung hubgesteuert durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstoffeinspritzung druckgesteuert durchgeführt wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckübersetzungseinheit am Injektor und das Steuerventil am Druckspeicherraum angeordnet ist.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

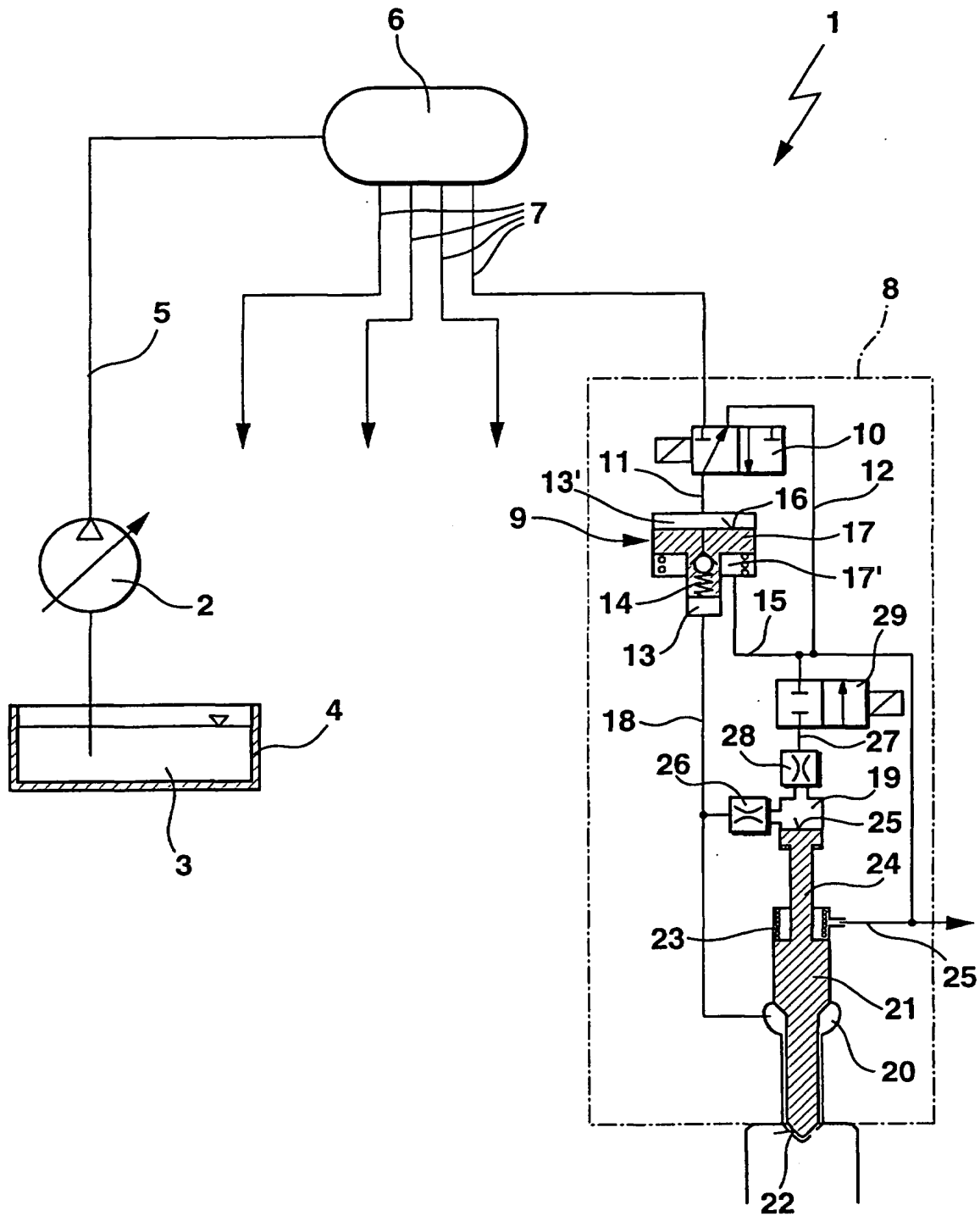


Fig. 2

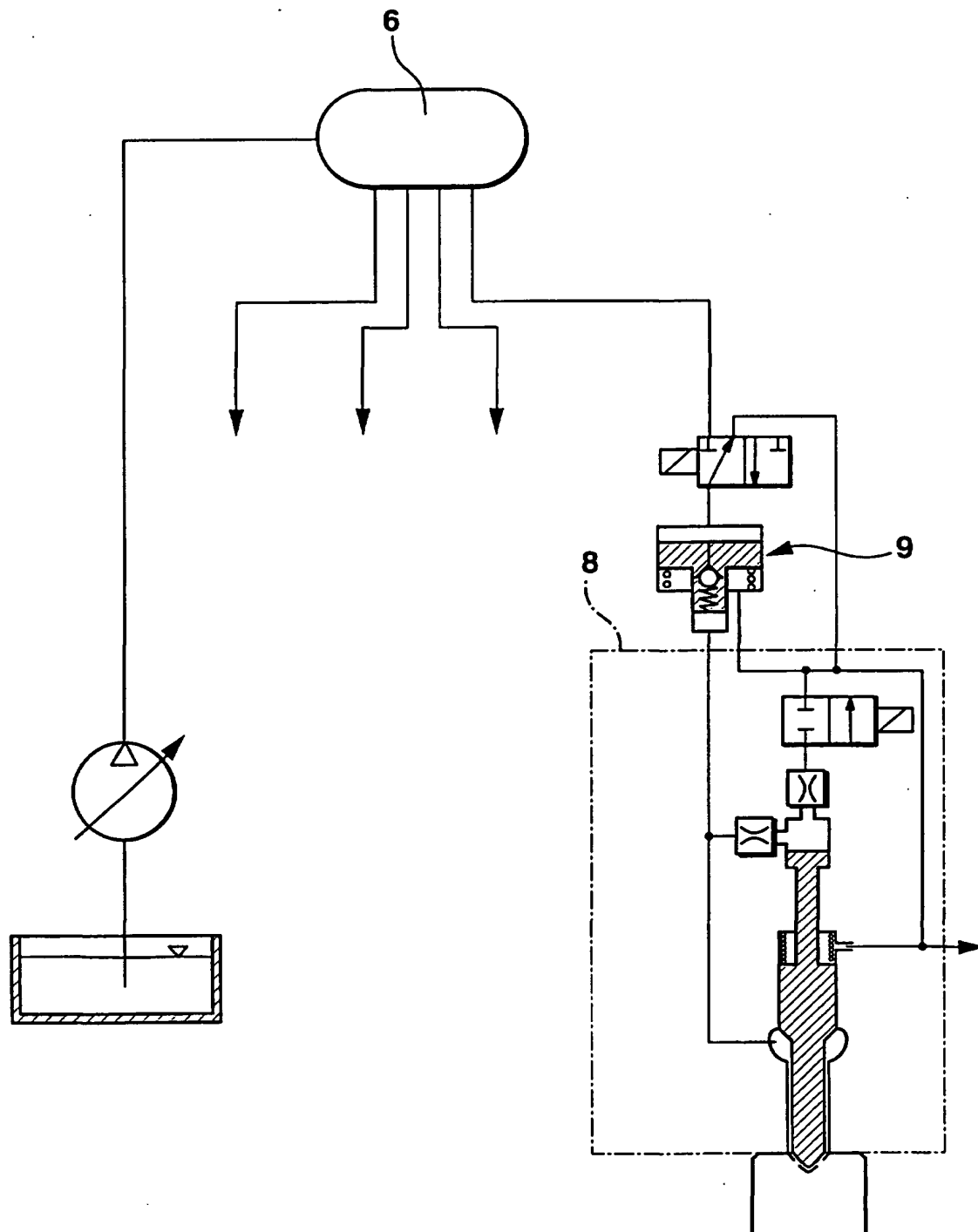


Fig. 3

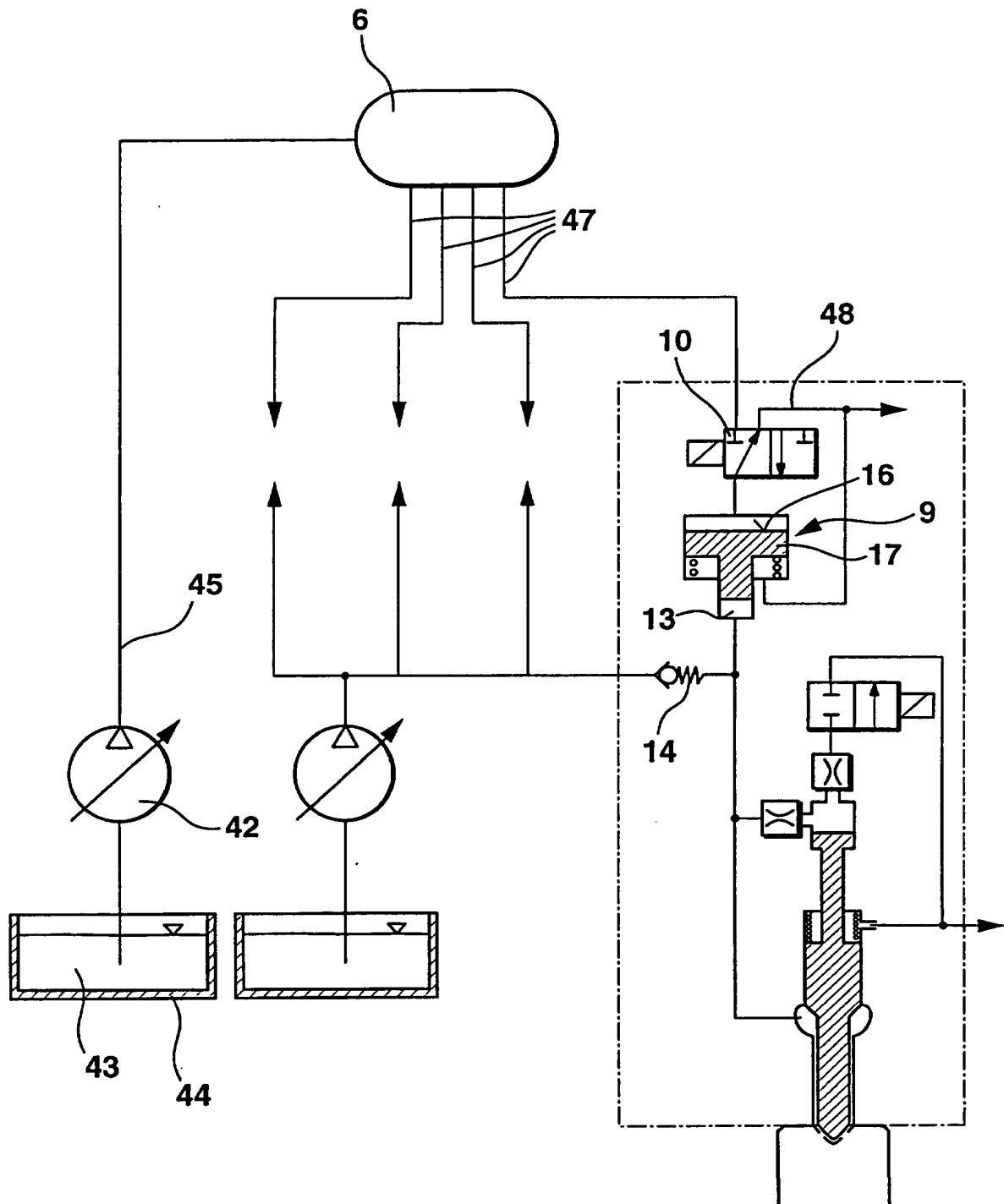




Fig. 4

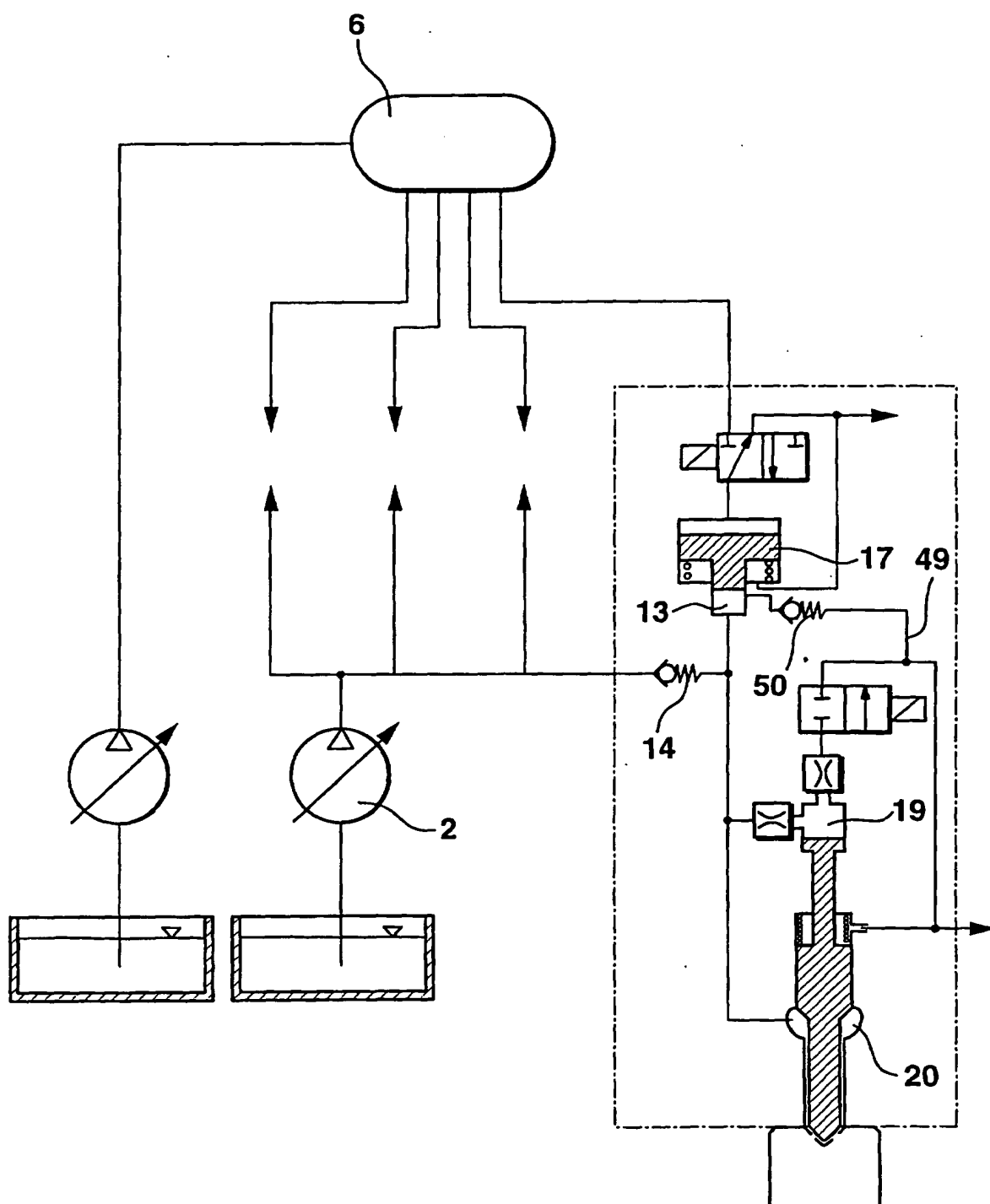


Fig. 5

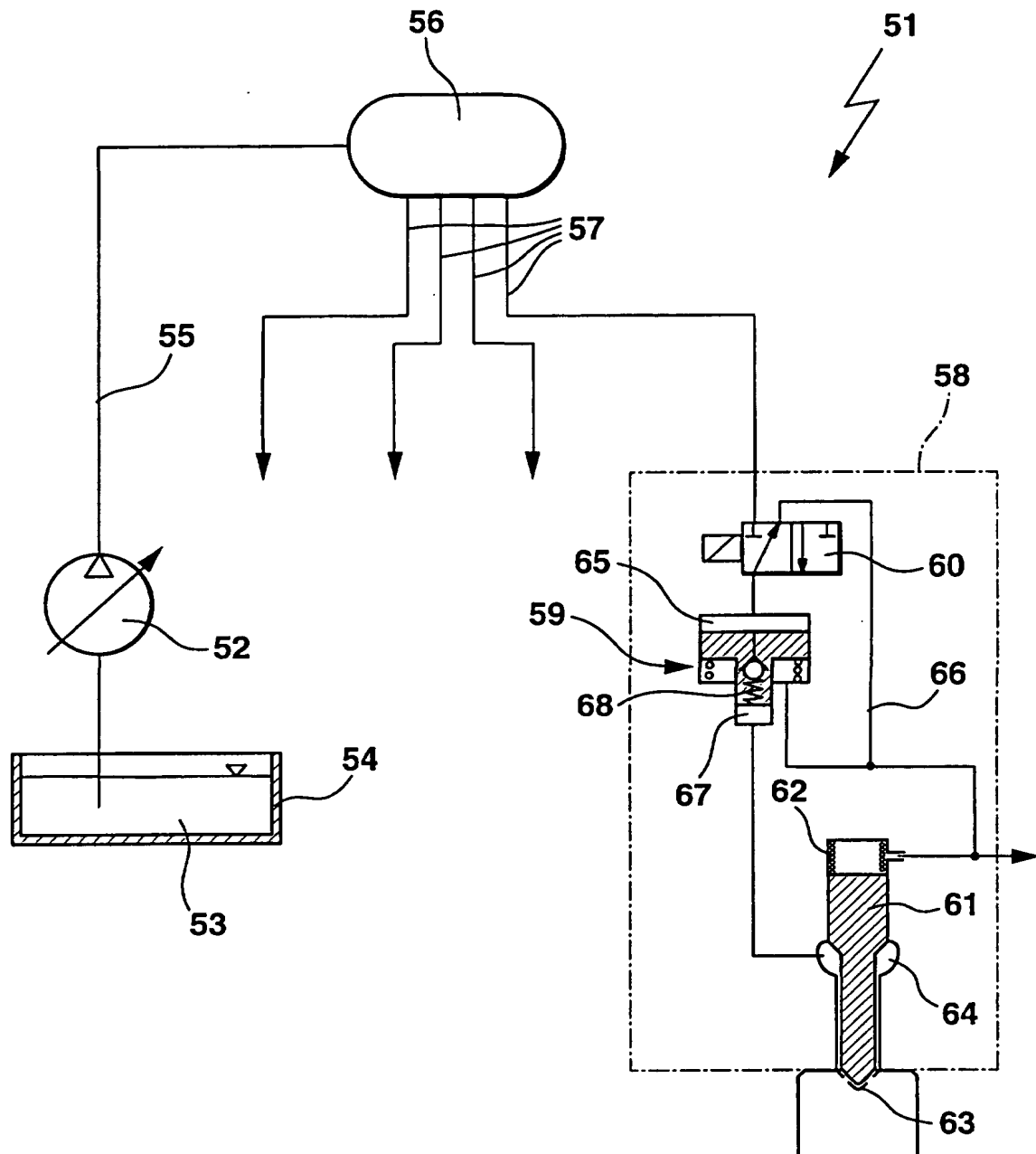


Fig. 6

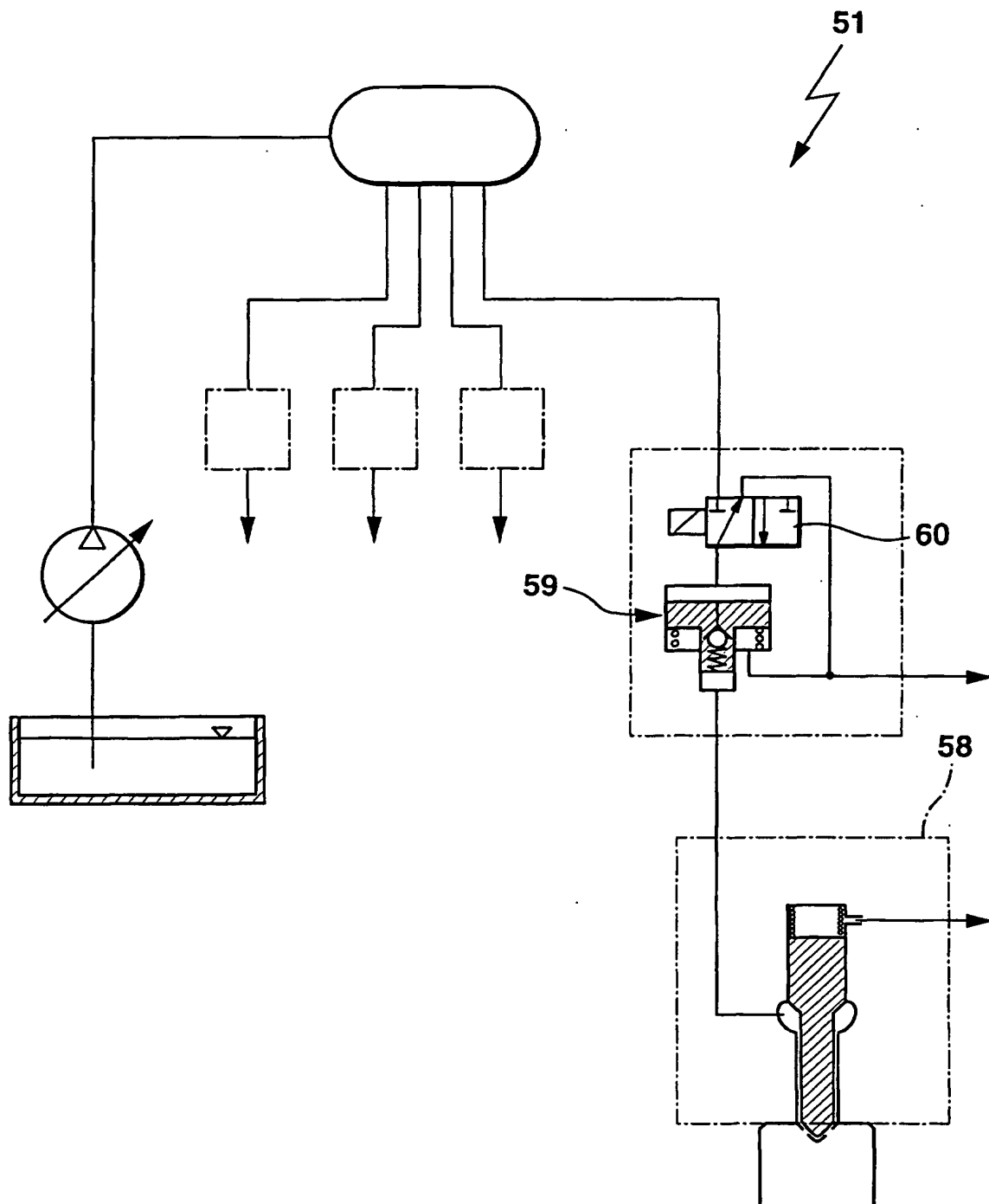


Fig. 7

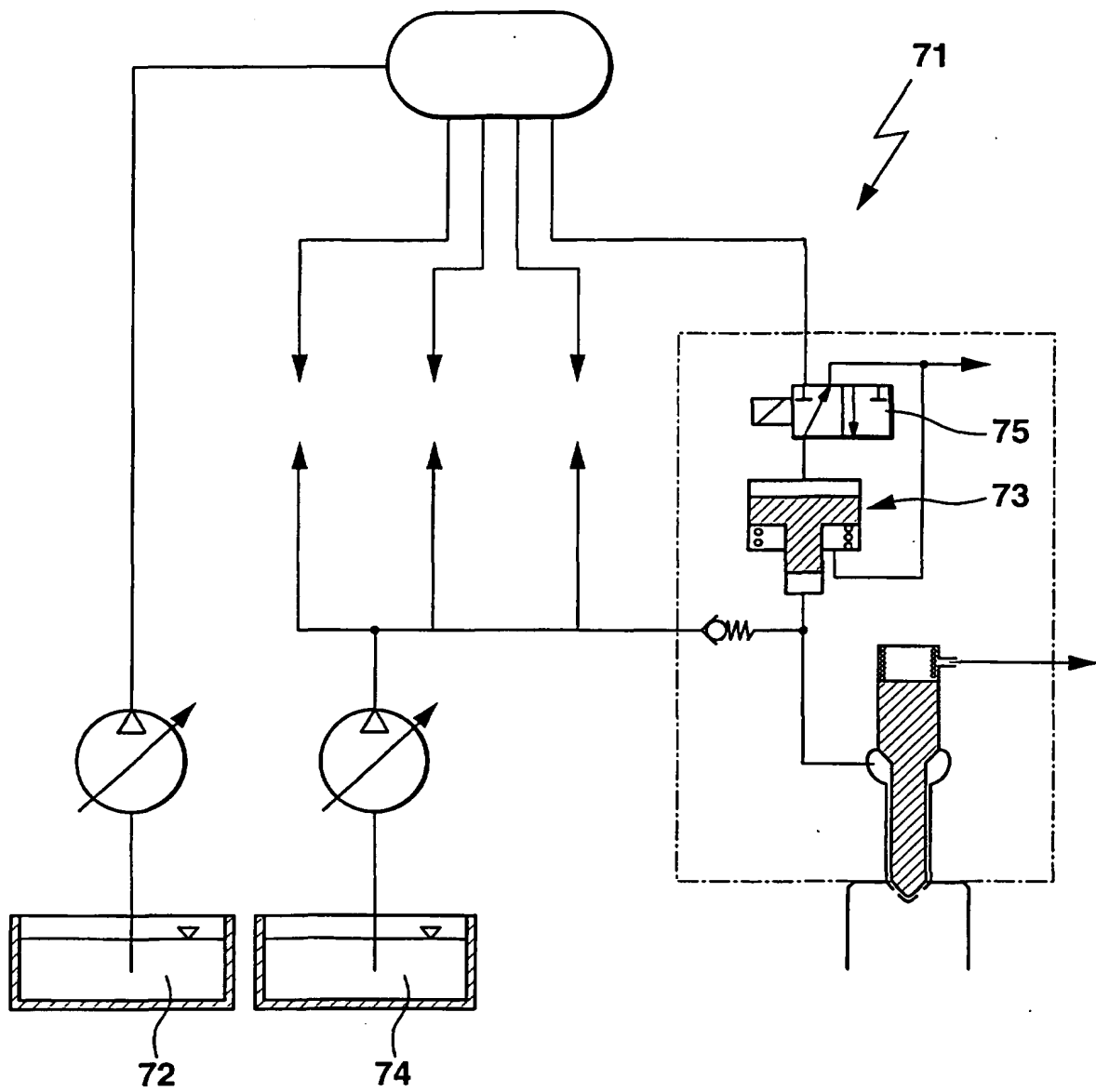


Fig. 8

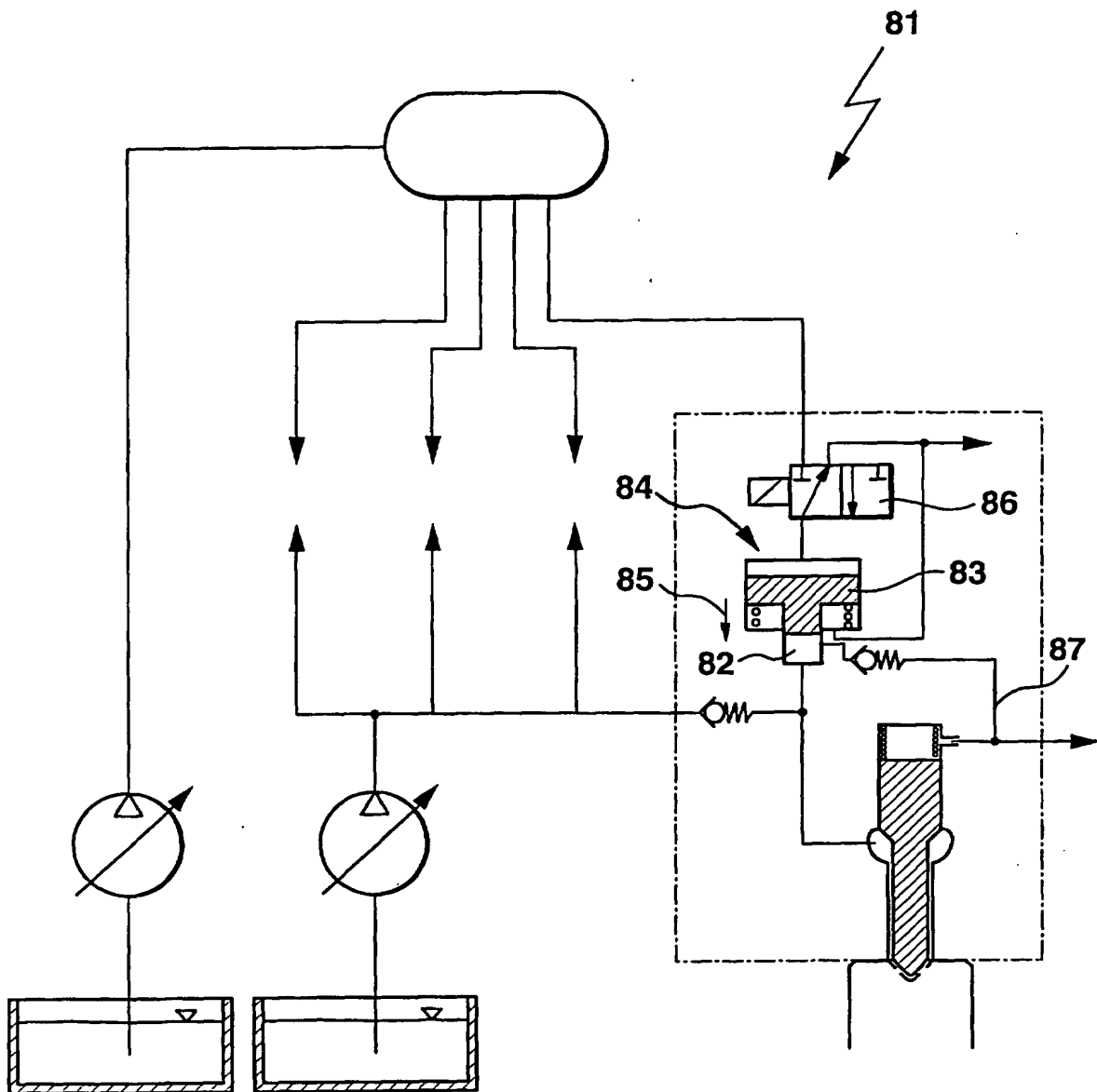
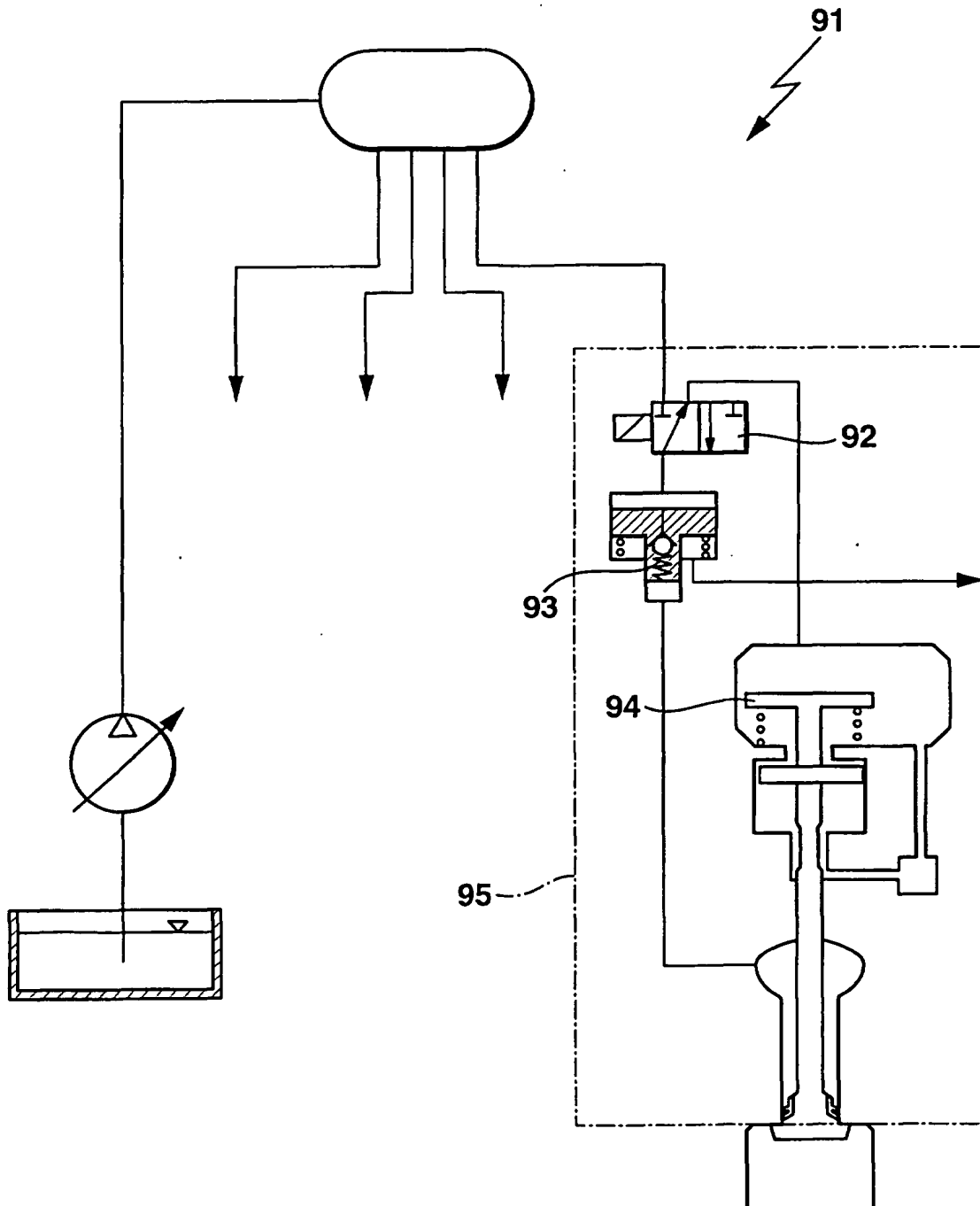


Fig. 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**